CaT

B. H. MASON

Prof. H. Backlunds
separatsamling.

Die Granatgruppe

Eine statistische Untersuchung

von

H. E. Boeke

Mit 2 Figuren im Text

Sonderabdruck aus: »Zeitschrift für Krystallographie usw.« LIII. Band, 2. Heft

Leipzig und Berlin
Wilhelm Engelmann
1913

Zusendungen von Originalmitteilungen werden erbeten unter der Adresse Professor **P. Groth,** München 6. Alle Korrekturen, sowie die Manuskripte von Auszügen und die zum Referat bestimmten Separatabzüge und die Bücher, deren Titel in der am Schlusse jedes Bandes erfolgenden Anzeige neu erschienener, selbständiger Literatur aufgenommen werden sollen, sind zu senden an Professor **E. Kaiser,** Gießen. Reklamationen und Anfragen betr. Versendung der Sonderdrucke aus der Zeitschrift sind zu richten an die Verlagsbuchhandlung **Wilhelm Engelmann,** Leipzig, Mittelstr. 2.

Inhalt des 2. Heftes

Seite

VI. *A. Ritzel*, die Translation der regulären Halogenide. Mit 22 Textfiguren 97
VII. *H. E. Boeke*, die Granatgruppe. Eine statistische Untersuchung. Mit 2 Textfiguren 149
VIII. *E. Dittler*, Versuche zur synthetischen Darstellung des Wulfenits. Mit 3 Textfiguren 158
IX. *H. Liebmann*, der Curie-Wulff'sche Satz über Combinationsformen von Krystallen 171
X. *Kürzere Originalmitteilungen und Notizen.*
1. *E. v. Fedorow*, Construction der Kanten nach ihren Indices in Complexen des hypohexagonalen Typus 178
2. *Derselbe*, die projicierenden Kegel der stereographischen Projectionen 179
3. *W. T. Schaller*, über »feste Lösungen« in Turmalin 181
4. *V. Dürrfeld*, über einige bemerkenswerte Mineralvorkommen des Kinzigtales (Schwarzwald) 182
5. *O. Haas*, neue Flächen an künstlichen Krystallen von Kupfervitriol. Mit 1 Textfigur 183
XI. *Auszüge:*
1. *R. Görgey*, zur Kenntnis der Minerale der Salzlagerstätten 185
2. *C. Hlawatsch*, über Prehnit von Guanajuato (Mexico) 185
3. *C. Doelter*, über die Radioaktivität des Zirkons 185
4. *F. Berwerth*, über Melilith vom Berge Podhorn bei Marienbad . . 187
5. *R. Grund*, künstlicher Bleiglanz von Přibram 187
6. *A. Scheit*, über eine Pseudomorphose von Opal nach Apophyllit 187
7. *J. Fromme*, der Gadolinit des Radautales 187
8. *E. Dittler*, über die Darstellung kalihaltiger basischer Plagioklase 187
9. *E. Sommerfeldt*, über die Structur enantiomorpher Krystalle . . . 188
10. *V. Gegenbauer*, chemische Untersuchung des Meerwassers aus dem Hafen von Lussinpiccolo und aus der Bucht von Cipale 189
11. *J. Grattnar*, Asphalt in Magneteisenerz 189
12. *A. Himmelbauer*, künstlicher Bleiglanz von Miss (Kärnten) . . . 189
13. *A. v. Loehr*, Opal von Siwas (Kleinasien) 189
14. *E. Burkart*, blaues Steinsalz 190
15. *J. E. Hibsch*, Geologische Karte des böhmischen Mittelgebirges Blatt VI (Wernstadt-Zinkenstein) 190
16. *O. Großpietsch*, ein Instrument zur Herstellung orientierter Kristallschliffe 190

(Die Fortsetzung des Inhalts befindet sich auf der dritten Seite des Umschlages.)

JSL
0007125 5

VII. Die Granatgruppe.

Eine statistische Untersuchung.

Von

H. E. Boeke in Halle a. S.

(Mit 2 Textfiguren.)

Die Anzahl der chemischen Analysen von Granat ist sehr groß, aber trotzdem steht eine zahlenmäßig begründete Verwertung dieses Materiales noch aus. Nachfolgend ist der Versuch gemacht, auf dem Wege der Statistik festzustellen, innerhalb welcher Grenzen eine isomorphe Vertretung der Elemente im Granat möglich ist. Gerade die Granatgruppe eignet sich für dies Verfahren besonders, weil das Mineral sehr verbreitet ist und unter den verschiedensten Bedingungen gebildet wurde: magmatisch in mehreren Tiefen- und Oberflächengesteinen, pyrohydatogen oder pneumatolytisch in der pegmatitischen Schlußperiode der Magmenerstarrung, contactmetamorph und schließlich dynamometamorph in krystallinen Schiefern der verschiedensten Art. Man kann daher annehmen, daß ein allgemeiner Schluß über die bei dem Minerale vorhandene Fähigkeit zur homogenen Mischung, frei von Zufälligkeiten der Entstehung, durch eine statistische Bearbeitung der Analysen möglich ist. Weiterhin wurden Andeutungen einer Entmischung der bei hoher Temperatur gebildeten Granatmischkrystalle, also eine Abnahme der gegenseitigen Löslichkeit im festen Zustande bei fallender Temperatur, bislang nicht sicher beobachtet[1]). Der Einfluß der Temperatur auf die Mischkrystallbildung kann daher außer Betracht bleiben.

Bekanntlich versteht man unter Granat eine Doppelverbindung zweier Orthosilikate $\overset{II}{R}_2SiO_4$ und $\overset{III}{R}_4(SiO_4)_3$ im Verhältnis 3 : 1. Die Formel läßt

1) Die bekannte anomale Doppelbrechung und Streifung vieler Granatvorkommnisse läßt sich wohl kaum als Folge einer Entmischung erklären. Gerade die eigentlichen gesteinsbildenden Granaten von sehr wechselnder Zusammensetzung und hoher Bildungstemperatur sind optisch isotrop.

sich zusammenziehen zu $\overset{II}{R_3}\overset{III}{R_2}Si_3O_{12}$. Als $\overset{II}{R}$ treten hauptsächlich auf *Ca*, *Mg*, $Fe^{\cdot\cdot}$ und $Mn^{\cdot\cdot}$, als $\overset{III}{R}$ *Al* und $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$, daneben auch $Cr^{\cdot\cdot\cdot}$ und dreiwertiges Titan. Vereinzelt oder ganz untergeordnet kommen außerdem im Granat vor: Chromoxydul, Yttriumoxyd, seltene Erdmetalle, Manganoxyd usw., während ein Teil des Kieseldioxyds durch Titandioxyd ersetzt sein kann. Es ist hier nur auf die zweiwertigen Oxyde *CaO*, *MgO*, *FeO* und *MnO*, auf die dreiwertigen Al_2O_3 und Fe_2O_3 Rücksicht genommen. Die Analysen von Chromgranaten sind zu spärlich, um die Beziehung von *Cr* zu *Al* und $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$ im Granat statistisch ableiten zu können, während beim Titan nur in den seltensten Fällen eine getrennte Bestimmung der beiden Oxydationsstufen durchgeführt wurde.

Eine Übersicht der Granatgruppe ist schon im Jahre 1896 von E. Weinschenk[1]) gegeben. Er erwähnt jedoch kein Zahlenmaterial und ist zu teilweise unrichtigen Schlüssen gekommen, wie sich im Folgenden herausstellen wird. Die Angaben von Weinschenk sind kurz folgende: Die Kalkgranaten nehmen eine Sonderstellung ein gegenüber den Eisenoxydul-, Magnesia- und Mangangranaten, welche unter sich eine vollständige Mischungsreihe darstellen; in die Constitution der *FeO*-, *MgO*- und *MnO*-Granaten treten Eisenoxyd, Chromoxyd und Titansäure höchstens in minimaler Menge ein; unter den Kalkgranaten bilden Kalkton-, Kalkeisen-, Kalkchrom- und Kalktitangranaten eine vollständige Mischungsreihe; vereinzelte Vorkommnisse von Mangangranat bilden den vermittelnden Übergang zwischen den Kalkgranaten und den Magnesia-, Eisenoxydul- und Mangangranaten.

Weiterhin leitet J. Uhlig[2]) aus seiner Untersuchung der Granaten in vulkanischen Gesteinen und Auswürflingen des Niederrheins die Regel ab: Je mehr in den Kalkgranaten Kalkeisengranat auf Kosten von Kalktongranat zunimmt, desto geringer wird die Beimischung von $Fe_3Al_2Si_3O_{12}$, $Mg_3Al_2Si_3O_{12}$ und $Mn_3Al_2Si_3O_{12}$. —

Für die Beurteilung des statistischen Ergebnisses ist die Darstellung durch eine Figur wesentlich. Diese Darstellung wurde folgendermaßen gewählt:

1. Der Prozentgehalt an *MgO*, *FeO* und *MnO* in kalkarmen Granaten ist auf die Summe 100 gebracht und in ein homogenes (dreieckiges) Coordinatensystem eingetragen (Fig. 1).

2. In einem rechtwinkeligen Coordinatensystem ist als Abscisse das Gewichtsverhältnis $Fe_2O_3 : Al_2O_3$, die beiden auf die Summe 100 gebracht, verzeichnet und als Ordinate das zugehörige Gewichtsverhältnis $CaO : (MgO + FeO + MnO)$, wiederum mit der Summe 100 (Fig. 2).

---

1) Diese Zeitschr. 1896, **25**, 365.

2) Verh. d. Naturhist. Vereins d. preuß. Rheinlande u. Westfalens, 1910, **67**, 307. Ausz. in diesem Hefte S. 203—208.

Für 1. wurden die folgenden Analysen benutzt:

Hintze, Handbuch der Mineralogie II, 1889, S. 66, Nr. 2—18; S. 70, 71, Nr. 1—8, 10—24[1]); S. 78, 79, Nr. 1—20, 22—31[2]), 35, 37—42; Dana, Mineralogy, 6. Edition, S. 441, Nr. 9; S. 442, Nr. 21, 5—7, 12; S. 1036, Nr. 4; Appendix I, S. 28; diese Zeitschrift **25**, 360; **28**, 163, Nr. II; **32**, 592; **33**, 655, Nr. I, II; **35**, 319; **36**, 178, 202, 421; **42**, 305, Nr. III; **43**, 640, Nr. I—III; **46**, 313 Nr. I (Mitte), I (unten), 314, Nr. I (oben), I (unten); N. Jahrb. 1907, I, 218, Nr. I, II; 1909, I, 378, Nr. II; 1910, II, 42; 1912, I, 24, Nr. V—IX; Tsch. Mitt. **22**, 459, 563[3]).

Für 2.:

Die unter 1. genannten, außerdem Hintze, Mineralogie S. 60, 61, Nr. 1—36; S. 93, 94, Nr. 2, 3, 5—14, 16—58, 64—67; Dana, Mineralogy, S. 443, Nr. 17, 22; S. 144, Nr. 26, 31; S. 1036, Nr. 1—3, 5; diese Zeitschr. **28**, 281, Nr. I, II; **31**, 292, Nr. I, II, 504; **35**, 313; **36**, 653, Nr. IV, V; **37**, 272; **41**, 484; **42**, 305, Nr. I, II; 524, Nr. I, II; **43**, 69, Nr. II; **46**, 295, 313, Nr. I, 313, Nr. I (oben), 315, Nr. I (oben), I (unten), 389, Nr. I, II; **47**, 288; **48**, 119; **51**, 541; N. Jahrb. 1897, I, 432, Nr. II—IX; 1907, II, 33, Nr. I; 1909, I, 33, Nr. VI; 1912, I, 24, Nr. I—IV; Bl.-Bd. **35**, 199; V. M. Goldschmidt, Contactmetam. 1911, S. 364, 367, 371, 375.

Die Gesamtzahl der Analysen für 1. beträgt 114, für 2. 261.

Bei der Zusammenstellung konnte nur teilweise auf die Originalveröffentlichung zurückgegangen werden. Im vorliegenden Falle darf jedoch unbedenklich so verfahren werden, weil es eine Eigenschaft der Statistik mit genügend großen Zahlen ist, daß eventuelle Druckfehler als zufällige Fehler nicht in das Schlußergebnis hineingehen.

Die Zusammenstellung erhebt auf Vollständigkeit keinen Anspruch.

Wie die Darstellung in Fig. 1 zeigt, sind die Punkte zwischen *FeO* und *MnO* regellos verteilt, was auf eine lückenlose Mischkrystallreihe Almandin—Spessartin schließen läßt. Ebenfalls ist eine regellose Verteilung von Punkten zwischen *FeO* und *MgO* vorhanden, abgesehen von dem Fehlen von Punkten zwischen 75 und 100 % *MgO*. Das letztere erklärt sich durch den Umstand, daß das Vorkommen von Pyrop auf Peridotite und ihre Umwandlungsproducte (Serpentin) beschränkt ist, bei deren Entstehung immer Eisenoxydul in erheblichen Mengen neben Magnesia zugegen war.

---

1) Die Angabe bei Hintze, S. 70, Nr. 9, stimmt mit dem Auszug dieser Zeitschrift 1880, **4**, 99, auch in der fehlerhaften Summierung überein. Das Molekularverhältnis $SiO_2 : (Al_2O_3 + Fe_2O_3) = 2{,}1 : 1$, die Analyse kann also keinem Granaten entsprechen. Das Original ist mir unzugänglich.

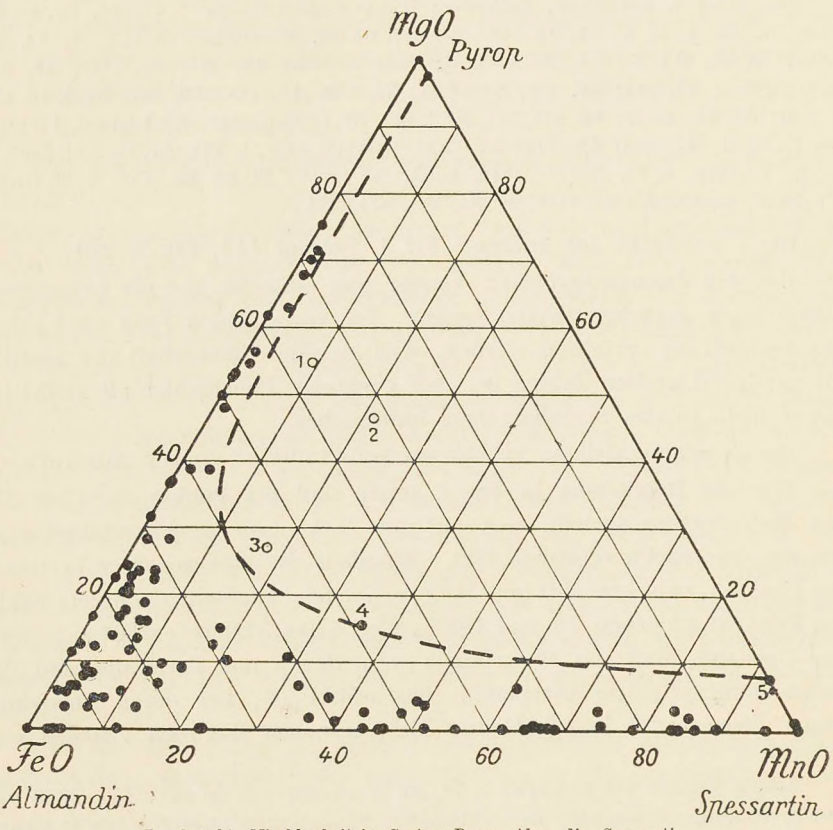
2) Hintze, S. 79, Nr. 21 (übereinstimmend mit dem Original), liefert das Molekularverhältnis $RO : R_2O_3 : SiO_2 = 1{,}59 : 1 : 2{,}37$ anstatt $3 : 1 : 3$, entspricht also keinem Granaten.

3) Eine auffallende Angabe findet sich bei Kolderup (Bergens Museums Aarbog 1903, Nr. 12, S. 62, Ausz. diese Zeitschr. **41**, 515, II; der Ausz. im N. Jahrb. 1904, II, 400, XIV, durch Druckfehler entstellt). Granat aus Labradorfels von Alvaerströmmen. Analysenmaterial sorgfältig ausgesucht. Analytiker (nicht der Autor) unbekannt. Molekularverhältnis $RO(+Na_2O) : R_2O_3 : SiO_2 = 3 : 1{,}14 : 3{,}72$, anstatt $3 : 1 : 3$. In den Analysenzahlen ist wohl ein Irrtum untergelaufen.

Auch für die Reihe Almandin—Pyrop kann daher eine lückenlose Mischungsreihe angenommen werden.

Nur zwischen *MgO* und *MnO* besteht eine große Lücke, die sich weit in das Innere des Dreiecks hinein erstreckt. Die Grenze dieser Lücke ist nach Wahrscheinlichkeit eingezeichnet. Sollte die Bildung von Mischkrystallen zwischen Pyrop und Spessartin, mit oder ohne Almandinsubstanz,

Fig. 1.



Beschränkte Mischbarkeit im System Pyrop, Almandin, Spessartin.

möglich sein, so wäre nicht einzusehen, weshalb solche Mischkrystalle als Mineral noch niemals gefunden wurden. Die Art des Vorkommens von Eisenoxydul und Magnesia bei magmatischen Prozessen stimmt sehr nahe überein. Wenn also die lückenlose Mischkrystallbildung zwischen Almandin und Spessartin durch das Naturvorkommen so sicher dokumentiert wird, wie es die horizontale Seite des Dreiecks Fig. 1 zeigt, so dürfte man Ähnliches erwarten zwischen Pyrop und Spessartin, falls die Mischkrystallbildung auch hier möglich wäre. Es möge jedoch schon jetzt betont werden,

daß die statistische Behandlung, wie sie hier durchgeführt wird, nur einen Anhaltspunkt geben kann und daß die synthetische Gleichgewichtsuntersuchung immer das letzte Wort reden wird.

In Fig. 1 treten einige Punkte auf, die durch ihre vereinzelte Lage auffallen und etwas näher betrachtet werden müssen. Besteht ein hinreichender Grund, die Zuverlässigkeit der Analyse anzuzweifeln, so sind Ringe an Stelle von Punkten in Fig. 1 und 2 eingezeichnet. Die betreffenden Analysen sind in den Figuren durch Nummern gekennzeichnet.

Bekanntlich wird erst in den letzten Jahrzehnten bei Mineralanalysen auf die Reinigung des Materiales durch Trennung nach der Schwere und mikroskopische Untersuchung besondere Sorgfalt verwendet.

1. Moberg, Journ. pr. Chem. 1848, **43**, 122. Pyrop von Meronitz bei Bilin, Böhmen. Rammelsberg (Handb. der Mineralchem. 1875, 482) sagt über diese Analyse, daß sie der Granatformel »so ziemlich« entspricht. Seebach (Diss., Heidelberg 1906. Ausz. diese Zeitschr. 1909, **46**, 313) findet bei einer zweifachen Analyse desselben Vorkommens nur 0,47 und 0,53 % *MnO* (Moberg gibt 2,59 % *MnO* an).

2. Trolle-Wachtmeister, Vet. Ak. Stockholm 1823, 139. Kohlenschwarzer, undurchsichtiger Granat von Arendal, Norwegen.

3. Trolle-Wachtmeister, Vet. Ak. Stockholm 1825, 220. Wird von Rammelsberg (Handb. d. Mineralchem. 1875, 482) als nicht richtig bezeichnet.

4. Kobell, Journ. pr. Chem. 1868, Nr. 20, 197. Almandin—Spessartin vom Fluß Stachin, Nord-Columbien.

5. Websky, angeführt bei Hintze, Handb. S. 68, nach einer »Etikette im Breslauer Museum vom Febr. 1868«. Spessartin vom Pfitschtal, Tirol.

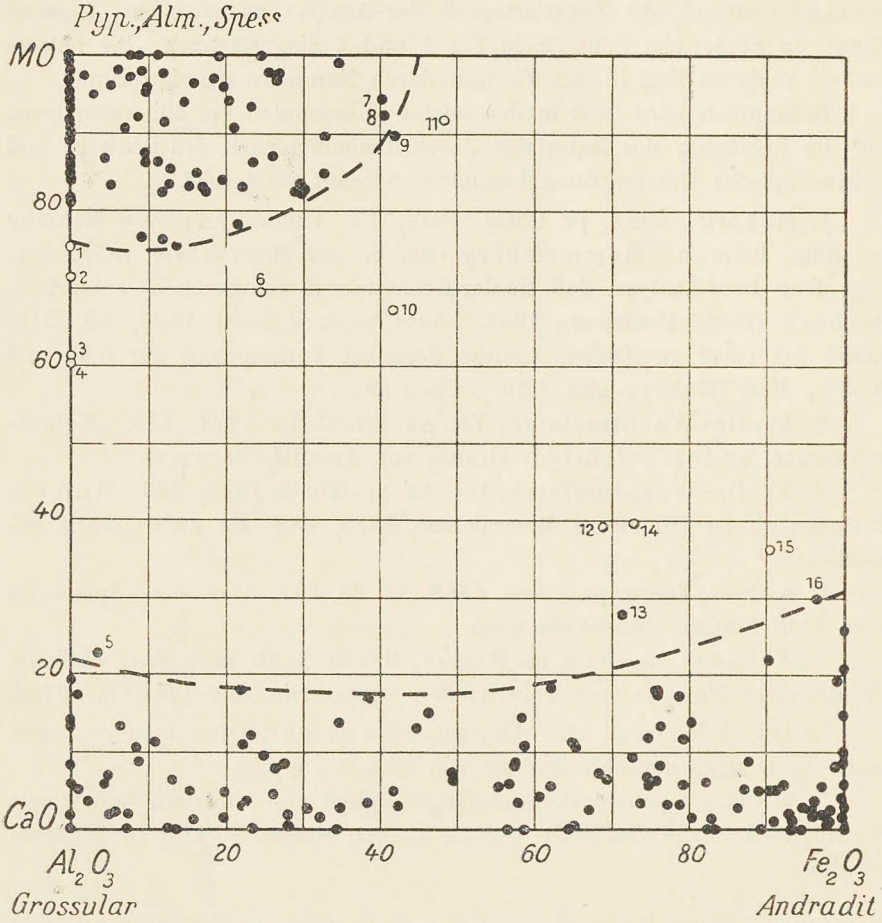
Es liegt kein Grund vor, die Analysen 4 und 5 zu beanstanden, wenn auch die letztere nur eine Summe von 98,07 % ergibt.

Nach Obigem scheint die Aufnahmefähigkeit von Almandin—Spessartin für Magnesia etwas größer zu sein als die von Almandin-Pyrop für Manganoxydul.

Fig. 2 (*MO* bedeutet $MgO+FeO+MnO$) zeigt deutlich, das zwischen Kalkgranat einerseits, Magnesia-, Eisenoxydul- und Mangangranat anderseits, eine begrenzte Mischbarkeit herrscht, wenn auch an beiden Seiten eine nicht unerhebliche Fähigkeit zur Bildung fester Lösungen vorhanden ist. Weiterhin vermögen die *MgO*-, *FeO*- und *MnO*-Granaten eine reichliche Menge Eisenoxyd an Stelle von Tonerde aufzunehmen; die Grenze liegt bei etwa 45 % Fe_2O_3, berechnet auf $Fe_2O_3+Al_2O_3 = 100$. In dieser Hinsicht (Ersatz von Al_2O_3 durch Fe_2O_3) weisen die drei genannten kalkarmen Granaten keinen deutlichen Unterschied auf. Mit zunehmendem Eisenoxydgehalt verringert sich die Mischfähigkeit dieser Granaten gegenüber dem

Kalkgranat. Die den kalkarmen Granaten in erheblicher Menge zugemischten, hypothetischen *MgO*-, *FeO*- und *MnO*-Eisenoxydgranaten sind weder in der Natur angetroffen, noch bislang künstlich dargestellt worden.

Fig. 2.



Mischkrystallbildung im System Grossular, Andradit einerseits, Pyrop, Almandin, Spessartin anderseits.

In den Kalkgranaten liegt eine ununterbrochene Mischkrystallreihe zwischen Grossular (Kalktongranat) und Andradit (Kalkeisengranat) vor[1]). Die Aufnahmefähigkeit dieser Kalkgranaten für *MO* (= *MgO* + *FeO* + *MnO*) zeigt sich vom Verhältnis der Tonerde zum Eisenoxyd ziemlich unabhängig. In der Grenzlinie ist ein schwaches Minimum gezeichnet, ohne daß jedoch

1) Analysen mit verhältnismäßig hohem Titangehalt sind bei der Zusammenstellung ausgeschlossen.

dieser Annahme ein besonderes Gewicht beizulegen sei. Wohl erscheint es ziemlich sicher, daß die Aufnahmefähigkeit für *MO* (insbesondere *MnO*) bei den Kalkeisengranaten etwas größer ist als bei den Kalktongranaten.

Wiederum kommen einige Punkte in der Figur vor, die infolge ihrer auffallenden Lage besonders betrachtet werden müssen.

1. Entspricht Nr. 3 oben.

2. v. Gerichten, Lieb. Ann. 1877, **185**, 210. Almandin von Stambach, Fichtelgeb., aus Eklogit. Keine Angaben über Materialreinigung. Über die Bestimmung von Eisenoxydul und Eisenoxyd vergl. 3 und 4 unten. Summe der Analyse nur 98,53%.

3, 4. v. Gerichten, Lieb. Ann. 1874, **171**, 191. Almandin von Eppenreuth und Silberbach, Fichtelgeb., aus Eklogit. Verteilung des Eisens auf die beiden Oxydationsstufen nach der Granatformel berechnet, daher alles *Fe* als Oxydul angenommen. Verunreinigung durch Hornblende wahrscheinlich; der Verf. vermutet selbst eine beginnende Zersetzung (und Quarzeinschlüsse) des Analysenmaterials.

5. Chipman bei König, diese Zeitschr. 1878, **2**, 302. Das Material wird als »derb, körnig« bezeichnet.

6. Connel, James' Journal 1845, **39**, 209. Nach Hintze S. 65: »lose Körner an der Meeresküste, vom Wasser ausgeworfen« (von Elie, Fife, Schottland). Die Einheitlichkeit des untersuchten Materiales daher sehr fraglich.

7, 8. Heddle, Transact. Roy. Soc. Edinb. 1878, **28**, 299. Almandine aus Gneiß, Schottland. Die Analysen scheinen sehr sorgfältig ausgeführt zu sein.

9. Entspricht Nr. 5 in der ersten Übersicht (Websky, Breslauer Museum).

10. v. Gerichten, Lieb. Ann. 1874, **171**, 191. Wie 3 und 4.

11. Niedzwiedzki, Tscherm. Mitt. 1872, 163. Almandin aus dem Eklogit der Saualpe. Das analysierte Material enthielt nach den Angaben des Verf. Magnetiteinschlüsse; er schreibt: ». . . die Beimengung des Magnetits und der davon ganz oder teilweise herrührende ungewöhnliche Gehalt an Eisenoxyd . . .«

12. Thomson, Ann. Lyc. N. Y. 1829, **3**, 9. Granat von Franklin N. J.

13. Eyermann, Amer. Geologist 1904, **34**, 43. Dunkelbrauner Granat von French Creek, Penn. Orig. mir unzugänglich. In den Auszügen diese Zeitschr. 1907, **42**, 305 und N. Jahrb. 1906 I, 354 übereinstimmend, ein Druckfehler daher ausgeschlossen. Mol.-Verhältnis $RO : R_2O_3 : SiO_2 = 2{,}78 : 1 : 2{,}73$, also nur annähernd dem Granat entsprechend. Eine Bestätigung der Möglichkeit eines zum Punkt 13 gehörenden Granaten bleibt abzuwarten.

14. Igelström, Öfvers. Vet. Ak. Stockholm 1883, 7, 94. Die Analyse wurde schon im Jahre 1864 ausgeführt. Mol.-Verhältnis $RO : R_2O_3 : SiO_2 = 2{,}47 : 1 : 2{,}95$. Der Granat war mit Rhodonit verwachsen, was wohl den hohen Mangangehalt (13,00% MnO) erklärt.

15. Bredberg, Vet. Ak. Stockholm 1822, **1**, 85. Granat von Sala, Schweden.

16. Weber bei Rammelsberg, Handbuch d. Mineralchemie 1875, 447. »Polyadelphit« von Franklin N. J. —

Nach dem Vorhergehenden kann die Lücke in der Reihe der Tongranaten zwischen etwa 20 und 75% MO (Fig. 2) angenommen werden.

Eine allgemeine Bedeutung der oben erwähnten Regel von Uhlig ist nicht ersichtlich: die von ihm analysierten Kalkgranaten führen maximal nur 11,2% MO (berechnet auf $MO + CaO = 100$) und stellen also keine gesättigten Mischkrystalle dar. Eine lokale Gesetzmäßigkeit bei der Bildung dieser Granaten mag jedoch vorliegen.

Schließlich bleibt noch die Frage zu lösen, wie sich die drei unter MO zusammengefaßten Oxyde gesondert in bezug auf die Fähigkeit zur isomorphen Vertretung des Calciumoxyds verhalten und ob die Ansicht von Weinschenk, daß Mangangranat dem Kalkgranat am nächsten steht, statthaft ist. Unter den Punkten an der Al_2O_3-Seite der Fig. 2 mit einer Ordinate über 15 beziehen sich 2 auf Analysen mit überwiegendem Mangan-, 2 mit überwiegendem Eisenoxydul, 1 mit überwiegender Magnesia. An der oberen Seite der Figur ist ein Überwiegen des Mangangehaltes unterhalb der Ordinate 82,5 nicht vertreten, es kommen dort nur Granaten mit vorwiegendem Eisenoxydul und Magnesia vor. Zwischen den Ordinaten 90 und 82,5 findet sich Mangan 4 mal an erster Stelle, Eisenoxydul 14 mal und Magnesia 12 mal. An der Fe_2O_3-Seite der Figur dagegen entsprechen 7 Punkte mit einer Ordinate über 15 einem vorherrschenden Mangangehalt und 2 einem vorherrschenden Gehalt an Eisenoxydul. Man kommt daher zum annähernden Schluß: Kalktongranat kann Pyrop, Almandin und Spessartin im gleichen Grade isomorph aufnehmen; Pyrop und Almandin übertreffen Spessartin in der Lösungsfähigkeit für Grossularsubstanz; Andradit besitzt eine weitgehende Aufnahmefähigkeit besonders für Mangangranat.

In bezug auf die isomorphe Vertretung der Tonerde durch Eisenoxyd verhalten sich die drei Granaten Pyrop, Almandin und Spessartin nicht wesentlich verschieden, denn über 25% Fe_2O_3, berechnet auf $Al_2O_3 + Fe_2O_3 = 100$, kommt jedes der drei Oxyde einige Male im Überschuß vor.

Die Ergebnisse der statistischen Untersuchung der Granatgruppe (mit Ausnahme von Chrom- und Titangranat) lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Zwischen Eisentongranat (Almandin) und Magnesiatongranat (Pyrop) besteht eine lückenlose Mischkrystallreihe.

2. Desgleichen zwischen Almandin und Mangantongranat (Spessartin).

3. Zwischen Pyrop und Spessartin ist eine ausgedehnte Mischungslücke vorhanden, die sich weit in das System der drei genannten Granaten hinein erstreckt. Die Mischbarkeit von Pyrop zu Almandin-Spessartin scheint größer zu sein als die von Spessartin zu Almandin—Pyrop.

4. Zwischen Kalktongranat (Grossular) einerseits, Magnesia-, Eisenoxydul- und Mangangranat anderseits besteht eine Mischungslücke von etwa 20 bis etwa 75% MO ($= MgO + FeO + MnO$), berechnet auf $CaO + MO = 100$.

5. Zwischen Grossular und Kalkeisengranat (Andradit) tritt eine lückenlose Reihe von Mischkrystallen auf.

6. Die Aufnahmefähigkeit für MO nimmt mit steigendem Fe'''-Gehalt in der Grossular-Andraditreihe wahrscheinlich erst etwas ab, dann aber deutlich zu, insbesondere für Manganoxydul.

7. Im Pyrop, Almandin und Spessartin kann Tonerde bis etwa 45% (berechnet auf $Al_2O_3 + Fe_2O_3 = 100$) durch Eisenoxyd isomorph ersetzt sein. Die drei MO-Granaten verhalten sich in dieser Hinsicht nicht deutlich verschieden.

8. Zunahme von Fe_2O_3 verringert die Aufnahmefähigkeit für Calciumoxyd im Pyrop, Almandin und Spessartin.

9. Kalktongranat kann Pyrop, Almandin und Spessartin in ungefähr gleichem Grade isomorph aufnehmen, dagegen hat Spessartin eine geringere Lösungsfähigkeit für Grossularsubstanz als Pyrop und Almandin. Mithin nimmt Mangangranat keine Sonderstellung in der unterbrochenen Reihe der Tongranaten als vermittelndes Glied zwischen Kalkgranat und MO-Granat ein, wie es wohl behauptet worden ist.

10. Eine graphische Darstellung (Fig. 1 und 2) gestattet einen leichten Überblick über die statistisch ermittelten Grenzen der Mischkrystallbildung in der Granatgruppe.

Die obige Erörterung kann nur als die Vorarbeit zu der experimentellen Festlegung der Gleichgewichte in der Granatgruppe, nicht als der Ersatz einer solchen Untersuchung betrachtet werden, wenn auch gerade in dem Falle des Granaten die Zahl der für eine Statistik verfügbaren Analysen sehr groß ist und außerdem die genetischen Bedingungen des Minerales recht mannigfaltig sind.

Weiterhin werden spätere zuverlässige Granatanalysen zeigen, inwiefern die Mischungsgrenzen in den Diagrammen richtig gezogen wurden.

Mineralogisches Institut der Universität Halle a. S.

Seite

17. *F. Becke*, Ausbildung der Zwillinge trikliner Feldspate 190
18. *Derselbe*, Minerale aus Japan 191
19. *V. Goldschmidt* und *R. Schroeder*, über Korund 191
20. *F. E. Wright*, ein neues petrographisches Mikroskop 192
21. *L. Duparc* und *H. C. Holtz*, Notiz über die chemische Zusammensetzung einiger Platinerze aus dem Ural 193
22. *E. Dittler*, über die Wärmeabsorption in Silikatschmelzen 194
23. *R. Görgey*, Minerale tertiärer Kalisalzlagerstätten 195
24. *H. Tertsch*, Ermittelung der Hauptdoppelbrechung aus einem Axenschnitt 195
25. *A. v. Loehr*, über die synthetischen Saphire 196
26. *A. Himmelbauer*, Anmerkung dazu 196
27. *A. Rzehak*, Baryt im Brünner Granitgebiet 196
28. *M. Kišpatić*, der Sand von der Insel Sansego bei Lussin 196
29. *F. Katzer*, die Eisenerzlagerstätten Bosniens und der Herzegowina 197
30. *E. Wedekind*, über natürliche Zirkonerde 198
31. *O. Hauser*, über die Erden des Plumboniobites 198
32. *C. N. Riiber* und *V. M. Goldschmidt*, über den Unterschied von Storaxzimmtsäure und synthetischer Zimmtsäure 198
33. *H. Siedentopf*, über die Umwandlung des Phosphors im Kardioid-Ultramikroskop 199
34. *E. Erdmann*, über Helium-haltige Gase der deutschen Kalilager 199
35. *O. Hauser* und *F. Wirth*, zur Frage der sogenannten Euxenerde 199
36. *Sabot*, Krystallform von Trinitro-p-anisidin 200
37. *J. Bodnár*, Krystallform des 1.2.5-Trimethoxy-4-Brombenzols. . . 200
38. *A. E. Fersmann*, Krystallform des Platosemipyridinaminchlorosulfites 200
39. *P. Jannasch*, über die Wirkung der Tetrachlorkohlenstoffdämpfe auf Mineralien und deren Benutzung zu ihrer quantitativen Analyse 200
40. *L. Weiß*, Untersuchungen über natürliches Zirkondioxyd 201
41. *S. Žemčužny* und *F. Rambach*, Schmelzen der Alkalichloride . . 201
42. *H. W. Fischer*, über positives Eisenoxydhydrat 202
43. *W. Biltz* und *E. Marcus*, über die chemische Zusammensetzung der Staßfurter Salztone 203
44. *B. Karandeeff*, über die binären Systeme des Calciummetasilikates mit Calciumfluorid und Calciumchlorid 203
45. *J. Uhlig*, Beitrag zur Kenntnis der Granaten in vulkanischen Gesteinen und Auswürflingen des Niederrheins 203